Erforschung einer speziellen Symptomatik des leistungsgeschwächten Herzens mittels einer strengen zeitlichen und funktionellen Kombination der Spirographie und der Röntgenkymographie

Hannelore Bilz

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546017_0033

Aus dem Institut für die Prophylaxe der
Kreislaufkrankheiten

- August Lenz-Stiftung -

bei der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. G. Schimert

Erforschung einer speziellen Symptomatik des leistungsgeschwächten Herzens mittels einer strengen zeitlichen und funktionellen Kombination der Spirographie und der Röntgenkymographie

Inauguraldissertation
Zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hannelore Bilz, geb. Hlisnikowski

aus
Halfing

Jahr
1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Schwalb

2. Berichterstatter: Dr. Eberl

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 12.12.1972

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

Meinen Eltern

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

A. Problemstellung 1

B. Untersuchungsgut und Methodik 3

C. Ergebnisse

1.) Die Herzvolumenbestimmung auf der Basis röntgenkymographischer Aufnahmen.

a.) Brauchbarkeit und Kritik der Methodik 8

b.) Vergleich der röntgenkymographisch ermittelten Werte mit den Werten der üblichen Aufnahmetechnik 11

c.) Korrelation des röntgenkymographisch bestimmten Herzvolumens mit Körpergewicht, Körpergröße und Sauerstoffpuls 12

d.) Normwerte des kymographisch bestimmten Herzvolumens 13

2.) Die Flächenkymographie in Beziehung zu klinischen, ergospirometrischen und elektrokardiographischen Daten

a.) Die Röntgensymptomatik bei gesunden Personen 17

1.) Röntgensymptomatik und Lebensalter 17

2.) Röntgensymptomatik bei Normal- und Übergewichtigen 18

3.) Röntgensymptomatik bei trainierten und untrainierten Personen 20

4.) Röntgensymptomatik bei unterschiedlicher kardiovaskulärer Leistungsfähigkeit 22

Seite

5.) Röntgensymptomatik und Herzgröße 24

6.) Röntgensymptomatik und Blutdruck 26

b.) Die Röntgensymptomatik bei verschiedenen Herz- und Kreislaufkrankheiten.

1.) Hypertonie 29

Röntgensymptomatik bei unterschiedlicher Herzgröße 31

Röntgensymptomatik bei unterschiedlicher Herzleistungsbreite 33

Röntgensymptomatik in Abhängigkeit vom Blutdruck 34

2.) Vegetative Kreislaufstörungen 36

3.) Angina pectoris, Herzinfarkt, Klinisch latente Koronarerkrankungen, Kardiale Insuffizienz 36

c.) Röntgensymptomatik und elektrokymographischer Befund 40

D.) Zusammenfassung 42

A. Problemstellung.

In zunehmendem Maße hat sich im Rahmen vieler Fragestellungen eine exakte Prüfung der Herzleistungsfähigkeit als notwendig erwiesen. Im Mittelpunkt der routinemäßig durchführbaren Untersuchungsmethoden zur quantitativen Erfassung der kardiozirkulatorischen Leistungsbreite steht das Verhalten der Herzschlagfrequenz im Verhältnis zur geleisteten Arbeit oder zur Größe des Gesamtsauerstoffverbrauches. Allein auf Grund solcher spiroergometrisch gewonnener Parameter kann aber die Leistungsfähigkeit nur global beurteilt werden, nicht dagegen die Bedeutung von Leistungsunterschieden in Abhängigkeit von der Kontraktilität und Leistungsbreite des Herzens selbst. Umgekehrt gestattet auch die alleinige Röntgenuntersuchung des Herzens, z.B. die Bestimmung der Herzgröße oder auch die Erfassung der röntgenkymographischen Symptomatik, in vielen Fällen keine erschöpfenden Aussagen. Auf der Basis gesetzmäßiger Beziehungen zwischen Herzgröße und Leistung wurde die korrelative Beurteilung spiroergometrisch ermittelter Parameter und das röntgenologisch gemessenen Herzvolumens als Kriterium der kardialen Leistungsfähigkeit eingeführt. Systematische Untersuchungen haben den Beweis erbracht, daß sich die Wertigkeit des Röntgenbefundes und der funktionellen Daten erst durch ihre Koordination zuverlässig beurteilen läßt.

Diese Erkenntnis führte zu der Überlegung, auch die röntgenkymographisch faßbaren Herzrandbewegungen und Größenänderungen des Herzens nach Belastung, die uns einen gewissen Aufschluß über das Kontraktionsverhalten

des Herzmuskels geben, mit quantitativ meßbaren Größen der Herz- Kreislauffunktion in Verbindung zu bringen. Die vorliegenden Untersuchungen gingen also von der Fragestellung aus, ob sich durch die Koordinierung der Röntgenkymographie und der Prüfung des Kreislaufverhaltens insbesondere während körperlicher Belastung ein paralelles Verhalten bestimmter Symptome, die für die Herzleistung einen Aussagewert beinhalten, herausfinden läßt. Dabei ergaben sich mehrere gezielte Fragestellungen. So war als Erstes die Brauchbarkeit der Röntgenkymographie für die Bestimmung des Herzvolumens zu prüfen. Es war dabei zu erwarten, daß die Benützung der diastolischen Endstellung des Herzens als Basis zur Volumenberechnung gegenüber den sonst üblichen Methoden eine konstantere Herzgrößenbeurteilung ermöglicht. Es erschien weiter von Interesse, inwieweit die Einbeziehung der röntgenkymographischen Befunde eine differenziertere Aussage der ergometrischen Untersuchungsergebnisse gestattet. Andererseits war die Frage zu prüfen, ob durch die Gegenüberstellung kymographischer Herzbefunde zu den klinischen, elektrokardiographischen, sowie ergometrischen Daten auch die Beurteilung der kymographischen Symptomatik hinsichtlich ihrer klinischen Wertigkeit gefördert werden kann.

B. Untersuchungsgut und Methodik.

Das gesamte Untersuchungsgut umfaßt 749 Männer im Alter von 20 bis 75 Jahren. Für die vergleichenden kymographischen Untersuchungen wurden die Ergebnisse in 589 Fällen, bei welchen die kymographischen Symptome wenigstens partiell zu beurteilen waren, ausgewertet. Dieses Untersuchungsgut gliedert sich in folgende Gruppen:

Normalpersonen (Normotoniker)		
20 - 29 jährig	n =	40
30 - 39 jährig		53
40 - 49 jährig		169
50 - 59 jährig		77
60 - 70 jährig		26
Hypertoniker		
40 - 49 jährig		49
50 - 59 jährig		42
60 - 69 jährig		23
Patienten mit veg. Kreislaufstörungen		22
Patienten mit Angina pectoris		28
Patienten mit latenter koronarer Herzkrankheit		22
Patienten nach Herzinfarkt		22
Andere Herzkrankheiten		16

Bei allen Personen wurde nach einer klinischen Durchuntersuchung und Messung der Körpergröße und des Körpergewichts eine ergospirometrische Leistungsprüfung durchgeführt. In Ruhe und während Ergometerbelastung wurden gemessen: Die Pulsfrequenz (nach dem EKG), der systolische und diastolische Blutdruck nach

RIVA-ROCCI und KOROTKOFF (1), die Sauerstoffaufnahme pro Minute (STPD) am Spirographen nach KNIPPING Typ 210 D (2), die Sauerstoffaufnahme pro Pulsschlag (Sauerstoffpuls), der Quotient Herzvolumen/maximaler Sauerstoffpuls (Herzvolumenleistungsquotient nach REINDELL u. Mitarb.) (3). Die gleichzeitig gemessene Atemvolumina, die Atemfrequenz und das errechnete Atemäquivalent wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht ausgewertet. In Ruhe und an jeder Belastungsstufe wurde das EKG registriert. Unmittelbar vor der Untersuchung und nach Beendigung der Belastungsprüfung wurden die kymographischen Aufnahmen vorgenommen.

Die Belastung erfolgte auf dem Fahrradergometer liegend in ansteigenden Leistungsstufen von jeweils 40 Watt und 5 - 6 Minuten Dauer bis zu höchsten unter Bedingungen des relativen Steady-state ("Ergostase") (3) erreichten Leistung. Der Sauerstoffpuls bei submaximaler Belastung gibt uns Aufschluß über die Sauerstofftransportökonomie des Kreislaufs. Als Maß für die kardiovaskuläre Leistungsreserve verwenden wir den maximalen Sauerstoffpuls und dessen Relation zur Herzgröße.

Bestimmung des Herzvolumens: Die Herzgröße wurde mit Hilfe von zwei Röntgenaufnahmen im transversalen und sagittalen Strahlengang bestimmt. Die Berechnung des Herzvolumens erfolgte nach der von MUSSHOFF und REINDELL (4) modifizierten Formel von ROHRER und KAHLSTORF (5), wobei wir wegen der von uns etwas abgewandelten Technik einen weiteren Korrekturfaktor vornehmen mußten.

Gegenüber der allgemein üblichen Technik (siehe MUSSHOFF, REINDELL und Mitarbeiter (6), sowie KLEPZIG und FRISCH (7) mit kurzer Belichtungszeit haben wir die kymographische Technik angewandt. Die sagittale Aufnahme und das Seitenbild wurden synchron getätigt.

Die röntgenologische und speziell kymographische Auswertung erfaßt folgende Kriterien:

Zunahme der Amplitudengröße nach Belastung (A_1) (8).

Bewegungstyp I nach Belastung (B_1) (9).

Auftreten oder Zunahme der sogenannten Aortenschlußzacke an der linken Herzkontur (C_1) (8).

Keine lokale Aufsplitterung an der linken Herzkontur (D_2) (8).

Abnahme der Herzgröße nach Belastung (E_1) (8).

Linksbetonung des Herzens (F) (10).

Röntgenologisch guter Gesamteindruck (G).

Die A_1 bis E_1 entsprechenden gegenteiligen Symptome werden mit A_2, B_2 usw. bezeichnet.

Statistische Auswertung.
Für quantitative Meßwerte wurden folgende Berechnungen angewandt: Der arithmetische Mittelwert $\bar{x}$ und die mittlere quadratische Abweichung bzw. Standarddeviation s. Die Prüfung der Signifikanz von Mittelwertunterschieden erfolgte nach dem t-Test, wobei wir eine Zufallswahrscheinlichkeit von p zwischen 0,05 und 0,01 als wahrscheinlich signifikant (+), zwischen 0,01 und 0,001 als signifikant (++) und von t kleiner als 0,001 als hochsignifikant (+++) bezeichneten. Der Korrelationskoeffizient r. Die Konstanten a und b der

linearen Regressionsgleichung y = ar bx. Prüfung der Signifikanz der Korrelationskoeffizienten gegen Null nach dem t-Test (11).

Für den Vergleich der Häufigkeitsverteilungen röntgenkymographischer Merkmale bedienten wir uns der x^2 Funktion.

C. Ergebnisse

1. Die Herzvolumenbestimmung auf der Basis röntgenkymographischer Aufnahmen.

a) Brauchbarkeit und Kritik der Methodik.

Für die Anwendung der Kymographie zur Herzvolumenbestimmung war der Gedanke führend, dadurch Daten zu erhalten, die mehr Unabhängigkeit von der Herzaktion, von der möglichen Veratmung, dem Bürger'schen Phänomen und anderen Einflußmöglichkeiten zeigen. Weiterhin sollte durch die Bestimmung der diastolischen und systolischen Herzgröße bzw. den dazwischen liegenden Bewegungsraum ein Wert erhalten werden, der evtl. eine weitere Aussagekraft besitzt. Auch die kymographischen Aufnahmen nach der Belastung wurden diesbezüglich ausgewertet.
Für die Herzvolumenbestimmung hat sich uns gezeigt, daß es am besten ist, die laterale Endstellung der Herzrandbewegungen zu benützen, da die seitlichen Umkehrpunkte meist weit besser zu bestimmen sind als die medialen. Bei letzteren gibt es durch Zwischenzacken und Überlagerung anderer Art sehr viel mehr Komplikationen. Wichtig ist für die lateralen Umkehrpunkte nur, daß sie nicht durch zu harte Technik überstrahlt werden. Bei der Veratmung, oder den Bürger'schen Phänomen können die jeweils obersten, also im Anfang der Rasterbewegung liegenden Umkehrpunkte, benützt und zur Herzfigur vereint werden.

Die Vergrößerung durch einen Zwerchfellanstieg oder die Verkleinerung wegen einer Presswirkung können so ebenfalls ziemlich eleminiert werden. Auf dem seitlichen Kymogramm und z.T. auch auf dem Vorderbild, werden durch die Randbewegungen die Herzkonturen meist besser charakterisiert und auch von Anlagerungen und Überprojektionen übersichtlicher abgegrenzt. An der Herzhinterwand gibt so oft nur die kymographische Darstellung Auskunft, wie weit das Herz eigentlich nach dorsal reicht und evtl. über den kontrastgefüllten Oesophagus hinausragt. Die Momentaufnahme ergibt hier nur all zu oft eine verwaschene oder kaum abgrenzbare Begrenzung. Zuletzt läßt sich öfters auf Grund der Dichteschwankungen, die im a.p.-Bild innerhalb des Zwerchfellschattens noch zu differenzieren sind, einigermaßen der untere Herzrand erkennen. Da bei der kymographischen Herzvolumenbestimmung von uns immer die seitlichen Endstellungen gemessen werden und nicht ein unbestimmter Wert zwischen Diastole und Systole, glaubten wir schließlich auch besonders gute Vergleichswerte zu erhalten, falls es z.B. nach einer bestimmten Therapie, nach Training usw. auf eine genaue Aussage ankommt. Es ist selbstverständlich zu wissen, daß sich mit einer lateralen Endstellung praktisch immer ein größeres Herzvolumen als bei der Momentaufnahme ergibt. Die Differenzen schwanken zwischen 0 und etwa 100 ccm. Bei dieser Herzvolumenbestimmung sind naturgemäß auch immer die Diastole von Ventrikel und Vorhof vereint, wie auch die Pulsation des Herzens und seine Sekundärbewegungen

zusammenspielen. Aus diesem Grunde kann mit dem "Bewegungsraum" auch nicht etwa die Volumenschwankung zu verstehen sein. Die Bestimmung der Bewegungsamplituden scheiterte aber daran, daß die Umkehrpunkte, insbesondere die medial gelegenen, zu schwer und zu unsicher zu bestimmen waren. Deshalb versuchten wir es mittels der Momentaufnahmen bei Phasenschaltungen, die über das EKG bestätigt wurde. Dies war schon bei Aufnahmen in der Ruhe schwierig, nach der Belastung, wo es uns aber besonders darauf ankam, ganz unmöglich. Die genaue Bestimmung des Bewegungsraumes wurde deshalb von uns aufgegeben und nur eine visuelle Entscheidung getroffen mit der Ausrichtung auf eindeutige Zunahme oder Abnahme nach der Belastung.

Die Möglichkeit, die Herzrandbewegungen bei der Herzvolumenbestimmung mit zu bewerten ist sicher ein entscheidender Vorteil der kymographischen Herzvolumenbestimmung. Das Herzvolumen für sich erfährt aber durch die gemeinsame Auswertung beider Methoden, nämlich der Kymographie wie der Momentaufnahme die beste und genaueste Bestimmung. Eventuelle Nachteile bei der kymographischen Herzvolumenbestimmung sind dann gegeben, wenn bei pleuralen Adhaerensen, breiterem Perikardfett oder sonstigen Beeinflußungen der Herzrandbewegungen ganz unübersichtliche Situationen entstehen und dabei die Herzkontur stellenweise überhaupt nicht mehr ausgemacht werden kann. Ein Pneumothorax oder ein Pneumoperikard können unmögliche Bedingungen hervorrufen (8).

Ein weiterer und wohl wesentlicher Nachteil der kymographischen Herzvolumenbestimmung ist in der sehr viel höheren Strahlenbelastung des Patienten zu sehen. Bei älteren Patienten ist davon wohl kaum eine Folgerung abzuleiten, bei jungen Menschen möchten wir in der Methode zumindest keine Routineuntersuchung sehen.
Zuletzt versuchten wir die Herzvolumenbestimmung noch mittels Kymogramm im ersten und zweiten schrägen Durchmesser. Hierbei ergaben sich z.T. doch größere Differenzen gegenüber der Standardmethode, vielleicht weil doch ganz andere Herzabschnitte zur Konturbildung kommen und eventuell weil auch die Herzfigur weitgehend unterschiedlich ist. Ansonsten wäre die Übersichtlichkeit gerade im zweiten schrägen Strahlengang ganz hervorragend, wenn nicht geradezu ideal. Wir haben die Untersuchung nicht weitergeführt bzw. in keiner größeren Zahl zusammengestellt.

b) Vergleich der röntgenkymographisch ermittelten Werte mit den Werten der üblichen Aufnahmetechnik.

Die kymographisch bestimmten Herzvolumina sind erwartungsgemäß etwas größer als die mit der Standardmethode gewonnenen Werte. Wir haben, um einen Vergleich mit Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen zu ermöglichen, in 100 Fällen beide Aufnahmetechniken angewandt und kamen zu folgendem Resultat (12):

	Herzvolumen Kymographisch	Herzvolumen Standardtechnik
$\bar{x}$	787,14	739,66
s_x	122,91	120,95

die mittlere Abweichung beträgt 53,52 ccm $\pm$ 33,88.

c) Korrelationen des röntgenkymographisch bestimmten Herzvolumens mit Körpergewicht, Körpergröße und Sauerstoffpuls.

Wir haben die Korrelationen zwischen den genannten Faktoren in einem Kollektiv normalgewichtiger, nicht regelmäßig sporttreibenden 40 - 49-jährigen Männern überprüft, um damit einen gewissen Normbereich abzugrenzen und eine Bezugsbasis für verschiedene andere Kollektive zu erhalten.
Für die nachfolgenden Ergebnisse gelten die Symbole:
n = Anzahl; r = Korrelationskoeffizient;
p = Signifikanz der Korrelation (*** = hochsignifikant, ** = signifikant, * = wahrscheinlich signifikant); Regressionsgleichung = $a + bx$;
s = Streuung um die Regressionsgerade (11).
Korrelation zwischen Herzvolumen und Körpergewicht:
n = 72; r = 0,674; p = ***; y = 16,452 + 9,73 x;
s = 79; y = Herzvolumen (ccm); x = Körpergewicht (kg).

Korrelation zwischen Sauerstoffpuls bei Belastung mit 80-Watt und Herzvolumen:
n = 72; r = 0,589; p = ***; y = 6,478 + 0,0061 x;
s = 0,95; y = Sauerstoffpuls (ccm), x = Herzvolumen (ccm).

Korrelation zwischen Sauerstoffpuls in maximaler Ergostase und Herzvolumen:
n = 70; r = 0,617; p = ***; y = 6,344 + 0,0093 x;
s = 1,3; y = Sauerstoffpuls (ccm), x = Herzvolumen (ccm).

Es ergab sich also für alle dargestellten Beziehungen eine enge, statistisch hochsignifikante Korrelation. Die beste Korrelation bestand zwischen Herzvolumen

und Körpergewicht. Erwartungsgemäß war hier die Korrelation zur Körpergröße nicht wesentlich geringer, da es sich um normalgewichtige Personen handelte. Die vom REINDELLSCHEN (3) Arbeitskreis festgestellte enge Verbundenheit zwischen Herzgröße und Sauerstoffpuls konnte also an einem größeren Untersuchungsgut auch für das kymographisch bestimmte Herzvolumen unter Berücksichtigung der geänderten Untersuchungsmethoden bestätigt werden.

d) Normwerte des kymographisch bestimmten Herzvolumens.

Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte des kymographisch bestimmten Herzvolumens und der Quotienten Herzvolumen/Körpergröße, Herzvolumen/Körpergewicht, Herzvolumen/Körperoberfläche, Herzvolumen/max. Sauerstoffpuls bei 310 gesunden und untrainierten Männern, gegliedert nach Altersdekaten. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen. Eine Größenzunahme des Herzens mit zunehmendem Lebensalter läßt sich in diesem ausgewählt gesunden Untersuchungsgut ebensowenig wie eine Verschlechterung der Herzvolumen-Leistungsrelation feststellen. Auf die Problematik der Beurteilung der Herzleistungsfähigkeit im höheren Lebensalter kann im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden.

Die mit unserer Methode erhaltenen Ergebnisse des Herzvolumens unterscheiden sich in allen Altersgruppen bezüglich Mittelwerte und Streuung nicht wesentlich von den Beobachtungen anderer Autoren,

wenn man gewisse Unterschiede der anthropometrischen Daten in den einzelnen Kollektiven mit berücksichtigt. Vergleichsweise wurden z.B. von KÖNIG, REINDELL u. ROSKAMM (13) in den entsprechenden Altersgruppen folgende Normwerte des auf der Basis der üblichen Aufnahmetechnik bestimmten Herzvolumens angegeben: 797, 762, 796, 800 und 119 ccm, für das Herzvolumen pro Körpergewicht 11, 70, 10, 80, 10, 60, 10,70 und 11,3 ccm/kg.

Bemerkenswert ist aber die Feststellung, daß die kymographisch bestimmten Herzvolumina im Durchschnitt nicht größer sind als die in der Literatur angegebenen Mittelwerte der Herzvolumina, die mit der üblichen Technik bestimmt wurden. Dies war auf Grund unseres Vergleiches zwischen den kymographisch und mittels Standardtechnik gewonnenen Werten nicht zu erwarten. Diese Differenz könnte davon abhängig sein, ob die Herzfigur zur Bestimmung des umgebenden Rechtecks ganz eingezeichnet wird, inwieweit der Fettbürzel berücksichtigt wird, ob angenommen wird, daß das Herz mehr oder weniger weit in den Zwerchfellschatten eintaucht. Zuletzt wäre auch denkbar, daß der konstante Faktor f etwas niedriger angenommen wurde.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen des REINDELLschen Arbeitskreises finden wir auch in der höchsten Altersgruppe keine Erhöhung des Herzvolumenleistungsquotienten, also keine Verschlechterung der Beziehung zwischen Herzgröße und Leistung. Die den Altersgruppen entsprechenden Mittelwerte betragen nach REINDELL und Mitarbeitern 55,1 - 56,5 - 57,9 - 59,7 - 67,6. Die nicht signifikanten Abweichungen von

unseren Mittelwerten müssen wohl durch das unterschiedliche Untersuchungsgut erklärt werden, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß die unserer Kollektive der 40 - 60-jährigen wesentlich größer, die der 60 - 76-jährigen dagegen kleiner sind als in dem Untersuchungsgut von REINDELL und Mitarbeitern (3).

2. Die Flächenkymographie in Beziehung zu klinischen, ergospirometrischen und elektrokardiographischen Daten.

Ziel dieser Untersuchungen war einmal ein Urteil über die Brauchbarkeit der Kymographie überhaupt zu gewinnen, zum anderen ausfindig zu machen, inwieweit der klinische Befund und insbesondere ergospirometrische und elektrokardiographische Daten ein Korrelat in den Herzrandbewegungen finden.

Hier wurde zunächst versucht, möglichst viele Einzelheiten seitens der kymographischen Randbewegungen mit den Untersuchungen bei der Sprioergometrie in Beziehung zu setzen. Damit die Bildauswertung möglichst wenig subjektiv sei, würden zuerst mehrere Untersucher mit der gleichen Aufgabe betraut. Es stellte sich jedoch bald heraus, daß die meisten sich für diese Arbeit als ungeeignet erwiesen und von selbst aufgaben. Die Beschäftigung mit dem Kymogramm verlangt sehr viel Konzentration und auch zu sehr differenzierte Beurteilung. An jungen Menschen ist die kymographische Analyse ein leichtes, bei älteren Menschen dagegen, vor allem immer dann, wenn es auf eine Aussage ankommt, meist höchst schwierig. Auch Lupe und Stechzirkel helfen dann nicht weiter. Aus diesem Grunde wurden zuletzt viele Einzelheiten des kymographischen Kurvenbildes fallen gelassen. Auch wurde es bald aufgegeben, zeitliche Zuordnungen zu bewerkstelligen, da sie einfach nicht genau genug durchführbar waren und der Arbeitsaufwand viel zu groß gewesen wäre. So sind trotz vieler Bemühungen nur wenige Kurvendetails übrig geblieben,

die wir schließlich zur Auswertung bringen wollten. Es waren vor allem die Abnahme der Bewegungsausschläge bis zu den paradox verlaufenden Amplituden, dies meist zur Spitze zu und damit oft fließend übergehend in den Typ II nach Stumpf (8) dann die Bewegungstypen nach Stumpf, ferner der Bewegungsraum und zuletzt noch die lokalen Aufsplitterungen, sowie eine eindeutige Veränderung der Herzgröße nach der Belastung.

a) Die Röntgensymptomatik bei gesunden Personen.

Um einen etwaigen Zusammenhang zwischen einzelnen Röntgensymptomen und physiologischen Variablen zu erfassen, wurde das Untersuchungsgut nach folgenden Gesichtspunkten unterteilt: Lebensalter, Normal- und Übergewichtigkeit, körperliche Aktivität, Leistungsfähigkeit, Herzgröße und Blutdruckverhalten in Ruhe und während Belastung. In diesen Kollektiven wurde die Häufigkeitsverteilung der röntgenkymographischen Merkmale bestimmt. Für den Vergleich zwischen Röntgenbefunden und quantitativ meßbaren Größen wie Leistungskapazität, Herzgröße und Blutdruck wurde außerdem die am stärksten besetzte Altersgruppe der 40 - 49-jährigen nach den röntgenologischen Merkmalen unterteilt und in diesen Untergruppen Mittelwert und Streuung der verschiedenen Parameter bestimmt.

1.) Röntgensymptomatik und Lebensalter.

Eine Zunahme der Amplitudengröße bzw. des Bewegungsraumes nach Belastung war in den

jüngeren Altersgruppen häufiger festzustellen als oberhalb des 50. Lebensjahres. Der Bewegungstyp von Typ I nach Typ II ist mit zunehmendem Lebensalter häufiger anzutreffen, ganz auffallend wiederum oberhalb des 51. Lebensjahres. Die Unterschiede zwischen den Altersgruppen 4 und 6 sind signifikant (Tabelle 2). Die sogenannte Aortenschlußzacke zeigt keine auffällige Verbreiterung mit dem Lebensalter. Lokale Aufsplitterungen an der linken Herzkontur dagegen treten in einer zahlenmäßig verwertbaren Häufigkeit erst oberhalb des 40. Lebensjahres in Erscheinung.

Eine auffallend unterschiedliche Verteilung zeigte die Abnahme der Herzgröße nach Belastung, wenn man die Altersgruppen der 20 - 49-jährigen den beiden höheren Altersgruppen gegenüberstellt, in denen diese Zeichen signifikant weniger häufig anzutreffen sind.

Die einzige mit jeder Altersdekade progressive Zunahme einer röntgenologischen Symptomatik war, wie erwartet, hinsichtlich der Linksbetonung des Herzens festzustellen. Der subjektive Eindruck der gesamten Röntgenzeichen war bei den gesunden Personen jüngeren oder mittleren Lebensalters häufiger als gut befunden worden als in den älteren Kollektiven.

2.) Röntgensymptomatik bei Normal- und Übergewichtigen.

Die Unterteilung in Normal- und Übergewicht

erfolgte nach den prozentualen Abweichungen vom idealen Sollgewicht. Dabei wurde der Bereich des Normalgewichts mit + 10 % des Sollgewichts festgelegt, eine Übertretung des Sollgewichts um mehr als 10 % als Übergewicht bezeichnet.

Gleichzeitig wurde die unterschiedliche körperliche Aktivität berücksichtigt, indem sowohl bei Normal- wie bei Übergewichtigen die Untrainierten den regelmäßig Sporttreibenden gegenübergestellt wurden (Tabelle 3). Die Sportler unterscheiden sich von den Nichtsportlern signifikant durch eine höhere körperliche und kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit, während sich die Übergewichtigen von den Normalgewichtigen in beiden Aktivitätsgruppen durch größere Herzvolumina, durch eine schlechtere Herzvolumenleistungsrelation und vor allem durch eine schlechtere relative Leistungskapazität unterschieden (siehe Tabelle 4).

Bei den Untrainierten haben die Übergewichtigen weniger oft eine Zunahme des Bewegungsraumes und auch seltener ein Kleinerwerden der Herzgröße nach Belastung als die Normalgewichtigen; dagegen häufiger einen Bewegungstyp II und lokale Aufsplitterungen. Dem entspricht der im Ganzen wesentlich ungünstigere Gesamteindruck des Röntgenbildes bei rein subjektiver Betrachtung. Der Linkstyp ist bei den Übergewichtigen um ein Mehrfaches häufiger festzustellen. Bemerkenswert ist auch, daß sich die Aortenschlußzacke bei den Adipösen weit mehr finden läßt.

Die Häufung von 4 als nicht optimal anzusehenden Symptomen bei den Übergewichtigen spräche vielleicht dafür, daß trotz des klinisch völlig normalen Verhaltens röntgenologisch doch schon Kriterien bestehen, die in Einzelfällen auf ein abnormes Verhalten des Herzens hinweisen. Zum anderen wäre zu bedenken, daß das breitere Perikardfett, bzw. der größere Fettbürzel, die Stauchung des Herzens, auch die Stauchung der Aorta wegen des Zwerchfellhochstandes usw. für das Auftreten dieser Merkmale mitverantwortlich sind. Die letztere Erklärung ist allerdings weniger wahrscheinlich, da die überwiegende Mehrzahl der Übergewichtigen die gleichen normalen Röntgensymptome aufweißt wie die Normalgewichtigen.

Die aufgezeichneten Differenzen zwischen Normal- und Übergewichtigen treten nur noch angedeutet in Erscheinung bei den trainierten Personen. Offenbar werden erst Auswirkungen der Fettleibigkeit auf die Herzrandbewegungen und auf das röntgenologische Gesamtbild des Herzens durch Faktoren, die mit einem guten Trainingszustand zusammenhängen (z.B. große Vitalkapazität, gute Zwerchfellbeweglichkeit, günstigerer Kontraktionsablauf) ausgeglichen.

3.) Röntgensymptomatik bei trainierten und untrainierten Personen.

Die unterschiedliche körperliche Aktivität zeigte bei den Normalgewichtigen keinen signifikanten Einfluß auf die Häufigkeitsverteilung der einzel-

nen Röntgenkriterien (siehe Tabelle 3), da bezüglich der Amplitudenzunahme und der Herverkleinerung nach Belastung Unterschiede erwartet wurden, müßte man in Erwägung ziehen, daß vielleicht die Auswirkungen des Sports auf die Herztätigkeit in diesem Kollektiv zu gering sind um röntgenologisch einen Niederschlag zu finden.

Freilich zeichnen sich die regelmäßig sporttreibenden Personen in der Gesamtheit durch eine signifikant höhere körperliche und kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit gegenüber den weniger körperlich Aktiven aus, wie die ergospirometrischen Daten (Tab. 4) zeigen. Aber es muß hervorgehoben werden, daß ein Prozentsatz auch der Untrainierten ein gleich großes Leistungsvermögen bietet. Diese Überschneidung der Leistungsbereiche erklärt wohl auch die Feststellung, daß keine wesentlichen Unterschiede im Verhalten der erwähnten Röntgensymptome zwischen diesen Gruppen bestehen. Schließlich muß berücksichtigt werden, daß unsere Sportlergruppe nicht vergleichbar ist mit gut trainierten Leistungssportlern und die für diese typischen Änderungen der Herzdynamik (u.a. große Schlagvolumenreserve, Abnahme des diastolischen Herzvolumens während körperlicher Belastung) nicht im gleichen Maße erwarten läßt.

Lediglich bei den Übergewichtigen finden wir in der Sportlergruppe etwas häufiger einen größeren Bewegungsraum und eine Abnahme der Herzgröße nach Belastung, Zeichen, die für eine trainingsbedingte Schlagvolumenzunahme sprechen könnten. Der Bewegungstyp II und lokale Aufsplitterungen waren bei

übergewichtigen Sportlern gegenüber den Inaktiven nur selten anzutreffen.

Das weniger häufige Vorkommen der sogenannten Aortenschlußzacke in beiden Sportlergruppen (signifikant bei den Übergewichtigen) könnte mit einer besseren Aortenelastizität bzw. größeren Windkesselfunktion zusammenhängen, wie sie in anderen Untersuchungen unseres Arbeitskreises bei Sportlern festgestellt worden ist.

4.) Röntgensymptomatik bei unterschiedlicher kardiovaskulärer Leistungsfähigkeit.

Dieser Gegenüberstellung liegt eine Einteilung nach ergospirometrisch gewonnenen Parametern der Herz-Kreislauffunktion zu Grunde. Ausgehend von den Einzelwerten des maximalen Sauerstoffpulses pro Körperoberfläche und des Quotienten Herzvolumen/maximaler Sauerstoffpuls wurde das Gesamtkollektiv der 40 - 49-jährigen Männer in 3 Gruppen unterteilt. Es handelt sich hierbei ausschließlich um Normalgewichtige und um Normotoniker, dabei ergibt sich folgende Einteilung:

Gruppe I, überdurchschnittliche Leistungsfähigkeit:
max. Sauerstoffpuls/Körperoberfläche 7,82

Gruppe II, mittlere Leistungsfähigkeit:
max. Sauerstoffpuls/Körperoberfläche =
6,42 - 7,74.

Gruppe III, unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit:
max.Sauerstoffpuls/Körperoberfläche 6,38.

Die Mittelwerte des absoluten und relativen Herzvolumens und Sauerstoffpulses, der Pulsfrequenz im maximalen steady-state (2) und des Ruhe- und Belastungsblutdrucks sind in Tabelle 5 dargestellt. Die unterschiedliche kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit der einzelnen Kollektive kommt deutlich in der Größe des Sauerstoffpulses, in geringerem Maße auch in den unterschiedlichen Herzgrößen und Herzvolumenquotienten zum Ausdruck. Bemerkenswert ist auch das unökonomische Verhalten des Belastungsblutdruckes in der Gruppe der Leistungsschwachen.

Eine auffallende Beziehung zwischen der Größe des maximalen Sauerstoffpulses und der Häufigkeit einer Amplitudenzunahme nach Belastung war zwar nicht zu beobachten; der Unterschied zwischen der Leistungsstärksten und leistungsschwächsten Gruppe ist jedoch nur gering und nicht signifikant (Tabelle 6). Ebenso deutlich ist das unterschiedliche Vorkommen einer Herzverkleinerung nach Belastung, die bei den Personen mit großem Sauerstoffpuls signifikant häufiger anzutreffen ist als in der Gruppe mit den niedrigsten Sauerstoffpulsen. Ebenfalls etwas häufiger, jedoch nicht signifikant, ist die sogenannte Aortenschlußzacke bei den Personen mit großer Leistungskapazität festzustellen. Diese haben im Durchschnitt auch größere Herzvolumina und signifikant häufiger eine Linksbetonung des Herzens. Die als ungünstig zu wertenden Symptome Bewegungstyp II und lokale Aufsplitterungen kommen erwartungsgemäß in allen Gruppen nur in Einzelfällen ohne unterschiedliche Verteilung vor.

Unterteilt man das Gesamtkollektiv nach röntgenologischen Merkmalen (Tabelle 7), so findet man nur hinsichtlich der Herzgrößenabnahme nach Belastung eine einigermaßen verwertbare und gewissermaßen logische Beziehung zu Parametern der Leistungsfähigkeit. Personen mit einer deutlichen Herzverkleinerung nach Belastung haben im Durchschnitt einen statistisch signifikant höheren maximalen Sauerstoffpuls, angedeutet auch einen höheren Sauerstoffpuls pro Körperoberfläche und ein größeres Herzvolumen. Es bleibt aber die Feststellung, daß selbst dieser Unterschied zu dem Kollektiv derjenigen Männer, die keine Herzgrößenabnahmer erkennen lassen, relativ gering ist und daß ein doch sehr großer Prozentsatz von Personen mit guter und schlechter Leistungsfähigkeit ein und dieselben Röntgenmerkmale aufweist. Ebenso ist es bemerkenswert, daß Einzelfälle mit ungünstig zu bewertenden Symptomen wie Bewegungstyp II und lokalen Aufsplitterungen sogar eine eher überdurchschnittliche Leistungsfähigkeit haben können. Innerhalb des Normbereiches läßt sich aber relativ wenig Gemeinsames zwischen Herzleistungsfähigkeit und Röntgensymptomatik finden und es scheint nach den bisherigen Resultaten, daß ein häufiger paralelles Verhalten zwischen bestimmten Röntgenmerkmalen und Parametern der Leistung erst im pathologischen Bereich erwartet werden kann.

5.) Röntgensymptomatik und Herzgröße.

Der Vergleich der Röntgensymptomatik mit der Größe der Herzvolumina geht einmal von der Überlegung aus, daß erheblich unterschiedliche Herzgrößen auch

unabhängig von ihrer Leistungsfähigkeit die Zuverlässigkeit der Bewertung einzelner Herzrandbewegungen beeinflussen könnten. Da es sich aber in diesem Untersuchungsgut um gesunde Personen handelt, deren Herzleistung in jedem Falle innerhalb des Normbereiches liegt, wäre auch zu erwarten, daß die als "positiv" zu bewertenden Zeichen, wie Amplitudenzunahme oder Herzverkleinerung nach Belastung, häufiger mit größerer Herzvolumina und größerer Leistungsfähigkeit verbunden sind.

In der Gruppe mit den größten Herzvolumina zeigt sich tatsächlich häufiger eine Abnahme der Herzgröße nach Belastung (siehe Tabelle 6). Obwohl es sich nicht um signifikante Unterschiede handelt, finden wir hier das für große und leistungsstarke Herzen typische Verhalten der Herzdynamik wiederum bestätigt, nämlich die diastolische Verkleinerung des Herzens infolge Entleerung der Restblutmenge. Demgegenüber war keine Beziehung zwischen Amplitudenzunahme und Herzgröße zu erkennen.

Die Frage ob unterschiedlich große Herzen bei relativ gleicher Leistungsfähigkeit eine verschiedene Symptomatik bezüglich des röntgenologisch faßbaren Bewegungsablaufes bieten, können wir wohl verneinen. Wenn wir eine Gruppe mit annähernd gleichen Herzvolumenleistungsquotienten bilden, z.B. zwischen 50,1 und 59,9, so finden wir keine signifikanten Unterschiede in der Herzgröße zwischen den Kollektiven die eine Herzverkleinerung

nach Belastung bzw. eine Amplitudenzunahme erkennen lassen, und denjenigen, welche diese Zeichen nicht aufweisen:

Herzverkleinerung nach Belastung			Keine Herzverkleinerung	
HV	$\bar{x}$	789	$\bar{x}$	724
	s_x	91	s_x	105
Amplitudenzunahme			Keine Amplitudenzunahme	
HV	$\bar{x}$	768	$\bar{x}$	729
	s_x	105	s_x	101

Eine sichere Beziehung der anderen kymographischen Phenomäne zur Herzgröße ließ sich ebenfalls nicht feststellen. Es ist aber zu vermerken, daß die Aortenschlußzacke bei größeren Herzen in ihrer Häufigkeit abzunehmen scheint. Allerdings beinhaltet dieses Untersuchungsgut noch keine pathologischen Herzvergrößerungen.

6.) Röntgensymptomatik und Blutdruck.

Die Tabelle 8 zeigt die ergospirometrisch gewonnenen Daten der kardiozirkulatorischen Leistungsbreite und die Blutdruckmittelwerte bei 40 - 49-jährigen gesunden Männern, die nach der Höhe des Ruhe und Belastungsblutdrucks in je 2 Gruppen unterteilt sind. Es besteht kein Zusammenhang zwischen Ruheblutdruck und Herzgröße, maximalem Sauerstoffpuls und Herzvolumenleistungsquotient. Dagegen findet sich bei höherem systolischen oder diastolischem Blutdruck während Belastung ein kleinerer Sauerstoffpuls. Die Herzvolumina sind in der Gruppe höherer diastolischer Belastungs-

blutdrucke kleiner als im Vergleichskollektiv. Auf diese Zusammenhänge wurden in einer früheren Arbeit unseres Arbeitskreises bereits hingewiesen. (14).

Die Ergebnisse lassen sich dahingehend zusammenfassen, daß die kardiale Leistungsbreite im Durchschnitt bei höherem Belastungsblutdruck kleiner ist als bei niedrigerem Blutdruck, auch dann, wie in unserem Untersuchungsgut, das Herz nicht vergrößert ist, keine Anzeichen einer myokardialen Schädigung zu erkennen sind und die Leistungsfähigkeit innerhalb der Norm liegt. Mit zunehmender Höhe des Belastungsblutdrucks (bezogen auf eine mittlere Arbeitsleistung) verschlechtert sich also die kardiale Arbeitsökonomie nicht nur wegen der gesteigerten Druckarbeit. Es bestehen in diesem Verhalten keine grundsätzlichen, sondern nur quantitative Unterschiede zwischen Normotonikern und Hypertonikern. (Siehe Ergebnisse bei Hypertonikern).

Da diese Leistungsunterschiede in Abhängigkeit von unterschiedlichen Blutdruckverhältnissen vor allem mit der Beziehung zwischen Schlagvolumenregulation und peripherem Gefäßwiderstand erklärt werden müssen (siehe unten), könnten auch entsprechende Änderungen verschiedener röntgenologischer Zeichen erwartet werden.

Es besteht keine Beziehung zwischen der Höhe des systolischen Ruhe- und Belastungsblutdrucks und irgendwelchen Röntgenmerkmalen.

Auffallend ist dagegen das etwas häufigere Vorkommen der sogenannten Aortenschlußzacke bei höherem diastolischem Blutdruck in Ruhe oder Belastung. Umgekehrt findet sich eine deutliche Herzgrößenabnahme nach Belastung bei höherem diastolischem Druck weniger oft als bei niedrigerem diastolischem Blutdruck. Diese Differenzen sind allerdings nicht signifikant. Auch lassen sich keine signifikanten Blutdruckunterschiede in den nach röntgenologischen Merkmalen unterteilten Gruppen feststellen (siehe Tab. 7). Da es sich hier um normale Blutdruckbereiche handelt, könnte vielleicht erst die Gegenüberstellung von Normo- und Hypertonikern eindeutigere Unterschiede ergeben.

B.) Die Röntgensymptomatik bei verschiedenen Herz- und Kreislaufkrankheiten.

1.) Hypertonie

Die ergospirometrischen Ergebnisse bei Hypertonikern verschiedener Altersgruppen sind in Tabelle 10 dargestellt.

Bei einem Vergleich mit Normotonikern findet man in allen Altersklassen keine signifikanten Unterschiede in der absoluten Größe des Herzvolumens oder im Herzvolumen pro Körperlänge und Körperoberfläche. Das bei Hypertonikern der 5. Altersdekade durchschnittlich kleinere Herzvolumen pro Körpergewicht ist dadurch zu erklären, daß die Hypertoniker häufiger übergewichtig sind und die Herzgröße sich erwartungsgemäß der Übergewichtigkeit nicht anpaßt. In jeder Altersgruppe haben die Hyptertoniker einen niedrigeren maximalen Sauerstoffpuls, die Unterschiede sind bei den 40 - 49-jährigen und 60 - 75-jährigen schwach signifikant. Dies gilt auch für den in jeder Altersgruppe größeren Herzvolumenleistungsquotienten der Hypertoniker. Die Ergebnisse lassen sich dahingehend interpretieren, daß die kardiale Leistungsfähigkeit der Hypertoniker - auch in einem Stadium, in dem klinisch gesehen keine Anzeichen einer Herzinsuffizienz vorliegen - im Vergleich zu Normotonikern etwas herabgesetzt ist. Wahrscheinlich ist dies in erster Linie auf die geringere Schlagvolumenleistung bei erhöhtem peripherem Gefäßwiderstand zurückzuführen, da bei der Mehrzahl der hier erfaßten Patienten

keine pathologische Herzvergrößerung festzustellen war, und auch die Leistungskapazität innerhalb des Normbereiches lag. In Einzelfällen überschreitet jedoch der Herzvolumenleistungsquotient den Grenzbereich der Norm erheblich, sodaß dann eine Koronarinsuffizienz als Ursache der eingeschränkten Leistungsfähigkeit angenommen werden muß. Diese Fälle werden im Abschnitt "Röntgensymptomatik bei unterschiedlicher Herz-Leistungsbreite" gesondert besprochen. Hier soll zunächst die Röntgensymptomatik generell bei Hypertonikern im Vergleich zu Normotonikern abgehandelt werden unter Berücksichtigung des Lebensalters, jedoch ohne weitere Differenzierung nach Blutdruck, Herzgröße und Leistungsfähigkeit.

Bezüglich der Häufigkeitsverteilung der Röntgenmerkmale fällt zunächst auf, daß eine Amplitudenzunahme nach Belastung bei Hypertonikern höheren Lebensalters fast nicht mehr zu beobachten ist, während sich in den anderen Altersgruppen Normo- und Hypertoniker nicht in der Häufigkeit der Amplitudenzunahmen unterscheiden. Der Unterschied in der Häufigkeitsverteilung bei den 60 - 75-jährigen ist wahrscheinlich signifikant. Das spricht dafür, daß insbesondere bei den älteren Hypertonikern kaum mehr eine Anpassungsfähigkeit der einzelnen Herzrevolution an körperliche Belastungen stattfindet, etwa im Sinne einer größeren Schlagvolumensteigerung. Wir finden hier auch eine gewisse Parallele zu den ergospirometrischen Befunden in diesen Kollektiven, da der signifikant kleinere

Sauerstoffpuls der Hypertoniker oberhalb des 60. Lebensjahres ebenfalls auf eine schlechtere Schlagvolumenleistung im Vergleich zu gleichaltrigen Normotonikern hinweist.

Die Herzgrößenabnahme nach Belastung ist bei Normotonikern und Hypertonikern etwa gleich häufig festzustellen.
Dagegen besteht weiter ein deutlicher Unterschied in der Verteilung der Aortenschlußzacke, die in jedem Lebensalter bei Hypertonikern häufiger vorkommt. Dies bestätigt die schon früher geäußerte Vermutung, daß dieses Phänomen mit der Druckentwicklung und dem Elastizitätsmodul in einem Zusammenhang steht.

Überraschend findet sich nur bei den 50 - 59-jährigen Hypertonikern der Typ II häufiger als bei Normotonikern, auch die lokalen Aufsplitterungen zeigen keine auffällig unterschiedliche Aufteilung bei dieser Gegenüberstellung. Während die Unterschiede zwischen Normo- und Hypertonikern in den einzelnen Röntgenmerkmalen also meist nicht erheblich sind, fällt auf, daß die Hypertoniker in jeder Altersgruppe eine schlechtere Beurteilung erhalten, wenn man den röntgenologischen Gesamteindruck berücksichtigt.

Röntgensymptomatik bei unterschiedlicher Herzgröße.

Da die Herzvergrößerung bei Hypertonikern häufig als Zeichen einer Kontraktionsinsuffizienz zu

werten ist, wurden die Röntgenbefunde zu unterschiedlichen Herzgrößen in Beziehung gesetzt.

Tabelle 12 zeigt eine Unterteilung 50 - 76 - jähriger Hypertoniker nach der Größe des Herzvolumens pro Körperoberfläche in 3 Gruppen. Die Hypertoniker mit den größeren Herzvolumina haben einen ungünstigeren Herzvolumenleistungsquotienten als die Patienten mit den kleineren Herzen, wobei sich bereits Durchschnittswerte ergaben, die im Grenzbereich der Norm liegen. Bezüglich des Blutdrucks unterscheiden sie sich dagegen nicht.
Mit zunehmender Herzgröße verschlechtert sich der röntgenologische Gesamteindruck, der Bewegungstyp II und die lokale Aufsplitterung nach der Herzspitze zu treten wesentlich häufiger auf. Kein eindeutiger Unterschied besteht dagegen hinsichtlich der Aortenschlußzacke, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß diese Kollektive auch in der Höhe des Blutdrucks nicht differieren. Auch zeigen die großen und kleinen Herzen in gleicher Häufigkeit eine Amplitudenzunahme oder eine Herzverkleinerung nach Belastung. Die im ganzen etwas schlechtere kardiale Leistungsfähigkeit der Kollektive mit größerem Herzvolumen kommt also in der röntgenologischen Symptomatik nicht zum Ausdruck, da die unterschiedliche Häufigkeit bestimmter Röntgensymptome in den drei Kollektiven nur durch wenige Einzelfälle bedingt ist.

Röntgensymptomatik bei unterschiedlicher Herzleistungsbreite.

Hier wurde eine Unterteilung der Hypertoniker nach dem Herzvolumenleistungsquotienten in 3 Gruppen vorgenommen (Tabelle 13).

Wie erwartet, unterscheiden sich diese Kollektive nicht nur in ihrer absoluten und in Bezug auf die Körperoberfläche oder auf das Herzvolumen relativen Leistungsfähigkeit, sondern auch im Verhalten des Blutdrucks. Die Hypertoniker mit der besten Herzvolumenleistungsrelation haben einen niedrigeren systolischen Blutdruck in Ruhe und während Belastung als die Patienten mit dem ungünstigsten Herzvolumenleistungsquotienten. Ähnliche Zusammenhänge ergeben sich schon bei Normotonikern (siehe oben).

Die in der Gruppe mit dem günstigsten Herzvolumenleistungsquotienten zu erwartende gute Schlagvolumenleistung kommt (wenn auch nicht signifikant) in dem häufigeren Auftreten einer deutlichen Amplitudenzunahme und einer Herzverkleinerung nach Belastung gegenüber den Vergleichskollektiven zum Ausdruck. Auch zeigt sich eine auffallende Zunahme des als ungünstig zu bewertenden Bewegungstyps II und der lokalen Aufsplitterung parallel zur Verschlechterung der Herzleistung. Wenngleich in der Gruppe mit kardialer Belastungsinsuffizienz 40 % der Patienten einen Bewegungstyp II aufweisen und 18 % lokale Aufsplitterungen, bleibt allerdings festzuhalten, daß immer noch die Mehrzahl dieser Patienten keine pathologischen Röntgensymptome bietet. Ein paralleles Verhalten zwischen dem

Herzleistungsvermögen und kymographischen Merkmalen ist also auch bei diesem Vergleich nicht festzustellen.

Röntgensymptomatik in Abhängigkeit vom Blutdruck.

Die Unterteilung der Hypertoniker nach der Höhe des Blutdrucks ergibt zunächst in der Gruppe mit systolischem Blutdruck unter 180 mm/Hg eine bessere Sauerstofftransportökonomie und einen günstigeren Herzvolumenleistungsquotienten gegenüber den Fällen mit Blutdruckwerten über 180 (Tabelle 14). Auch in diesem Vergleich bestätigt sich die Abhängigkeit der Herzleistungsfähigkeit bzw. Schlagvolumenleistung von der Höhe des Blutdrucks, wie wir sie schon bei den Normotonikern und in der Gegenüberstellung von Normo- und Hypertonikern festgestellt haben. Angedeutet ist diese umgekehrte Proportionalität auch beim systolischen und diastolischen Belastungsblutdruck.

Die 6 Hypertoniker mit hohen systolischen Blutdruckwerten zeigten keine Amplitudenzunahme nach Belastung. In diesen Fällen besteht also eine Übereinstimmung zwischen der Größe des maximalen Sauerstoffpulses, der ja ein Maßstab des maximalen Schlagvolumens ist, und einem Röntgenmerkmal, das ebenfalls mit diesem im Zusammenhang steht. Interessant ist auch der im ganzen nicht optimale röntgenologische Eindruck bei allen Fällen mit sher hohem systolischen Druck. Das unterschiedlich häufige Vorkommen der übrigen röntgenologischen Symptome hat wegen des kleinen Kollektivs keine Aussagekraft.

Die Höhe des diastolischen Ruhedrucks zeigt keine

Beziehung zu der Häufigkeit der Amplitudenzunahme. Jedoch tritt die Aortenschlußzacke in Fällen mit relativ niedrigem diastolischem Druck (signifikant?) häufiger auf als die in der Vergleichsgruppe. Umgekehrt ist der Typ II bei starker diastolischer Druckerhöhung auffallend oft anzutreffen.

Ein Zusammenhang zwischen dem systolischen Belastungsblutdruck und irgendwelchen röntgenologischen Besonderheiten ist nicht zu beobachten. Wiederum findet man in der Gruppe mit hohem diastolischem Druck weniger häufig die Aortenschlußzacke, kaum mehr eine Herzverkleinerung nach Belastung, dagegen sehr oft den Typ II. Es bleibt also festzuhalten, daß fast alle kymographischen Merkmale bei Hypertonikern im Vergleich zu Normalpersonen in unterschiedlicher Häufigkeit anzutreffen sind, wenn auch meist nicht in einem signifikanten Ausmaße. Man findet häufiger diejenigen Symptome, die auf eine myokardiale Schädigung hinweisen, wie z.B. die lokale Aufsplitterung oder bzw. und den Typ II nach Belastung, andererseits weniger oft Zeichen, die für eine gute Schlagvolumenleistung sprechen können, nämlich die Amplitudenzunahme und die Herzverkleinerung nach Belastung. Hierin besteht eine gewisse Übereinstimmung auch mit ergospirometrischen Daten, aus denen sich im Kollektiv der Hypertoniker ebenfalls Hinweise auf eine geringere kardiale Leistungsfähigkeit ergeben. Auffallend ist diese Parallele aber nur in Fällen mit deutlicher Einschränkung der Herzleistungsfähigkeit im Sinne einer kardialen Belastungsinsuffizienz. Die häufigere Beobachtung der sogenannten Aortenschlußzacke bei Hypertonikern spricht für einen Zusammenhang dieses Zeichens mit der höheren Druckentwicklung oder mit verminderter Aortenelastizität (14).

2.) Vegetative Kreislaufstörungen.

Diese nehmen auch hinsichtlich ihrer Röntgensymptomatik bis zu einem gewissen Grade eine Sonderstellung ein. Im Bewegungsraum unterscheiden sie sich nicht von den Vergleichspersonen. Dagegen ist der Bewegungstyp I fast hundertprozentig vorhanden, zumindest nach der körperlichen Belastung. Die Zwischenzacke ist gleichmäßig verteilt ohne Unterschiedlichkeit gegenüber den Vergleichspersonen. Lokale Aufsplitterungen sind kaum einmal zu sehen und dann wohl als zufälliges, besonderes Zusammenspiel der Pulsations- und Sekundärbewegungen aufzufassen. Das Herz wird nach Belastung nicht öfters kleiner als bei den Vergleichspersonen, wahrscheinlich deshalb, weil es bei diesen häufig schon unterdimensional ist.

3.) Angina pextoris, Herzinfarkt, Klinisch latente Koronarerkrankung, Kardiale Insuffizienz.

In der Gruppe der Patienten mit Angina pectoris ist keine Amplitudenzunahme nach der Belastung mehr festzustellen, d.h., anscheinend ist die Regulation auf der Basis einer Schlagvolumenvergrößerung erschöpft. In der Häufigkeit dieses Zeichens folgt dann die kardiale Insuffizienz, wo nur noch 14,3 % eine Amplitudenzunahme aufweisen im Vergleich zur normalen Altersgruppe (26,8 %), d.h. die Zahl derer die noch in diesem Sinne reagieren können, ist etwa auf die Hälfte geschrumpft. Dann folgt die Gruppe der Infarkte (15) mit 20 %

einer Amplitudenzunahme, allerdings nicht sehr viel weniger als bei der gleichaltrigen Vergleichsgruppe. Des Weiteren schließt sich die klinisch latente Koronarerkrankung an, die in der Häufigkeit der Amplitudenvergrößerung dem Normalkollektiv entspricht. Allerdings haben diese 50 - 59-jährigen Männer auch nur noch in 30 % Amplitudenzunahmen aufzuweisen gegenüber den 35 % der Gesunden.

Eine Abnahme oder ein Kleinbleiben der Amplitudengröße nach der Herzspitze zu findet sich bei den Angina pectoris Patienten in 73 % der Fälle und etwa 2 1/2 mal so oft wie in der Vergleichsgruppe der Normalpersonen. Etwas weniger haben diesen Befund die Herzinfarkte, die mit 64 % und über zweifacher Häufigkeitsquote folgen. Sie stehen wohl deshalb nicht, wie zu erwarten wäre, an erster Stelle, weil die Infarkte nicht immer an der Herzspitze liegen. Dann kommen die latenten Koronarerkrankungen mit 62 %, allerdings in 3-facher Häufigkeit gegenüber dem gleichaltrigen Vergleichskollektiv. Nicht weit dahinter steht die kardiale Belastungsinsuffizienz mit 57 %.

Für das Erscheinungsbild des geringen Bewegungsausschlages nach der Spitze mag zumindest partiell eine Unstimmigkeit zwischen Herzinnendruck und Kontraktionskraft des Herzmuskels an dieser Stelle angenommen werden. Die Werte der kleinen Amplitude nach der Herzspitze zu, mehr oder weniger kontinuierlich in die Umgebung übergehend, erhalten oft ihre volle Aussagekraft in Verbindung mit einer

Aufsplitterung bzw. einem unregelmäßigen Ablauf der Bewegung. Ansonsten würde es sich lediglich um den Typ II nach Stumpf handeln, der schon bei Gesunden in der Ruhe relativ häufig vorkommt. Dabei zeigt sich, daß bei den Angina pectoris Patienten 58,2 % hier eine lokale Aufsplitterung aufweisen, was etwa das 7-fache der Vergleichsgruppe ausmacht. Bei den Infarkten sind die Aufsplitterungen 35 %, wobei der Definition der Aufsplitterung entsprechend auch kurzzeitig paradoxe Ausschläge mitbeinhaltet sein können. Die kardiale Insuffizienz und die latente Koronarerkrankung folgen mit etwa 16,5 % und dem 2-fachen Häufigkeitsfaktor, gegenüber den gleichaltrigen gesunden Personen.

Im ganzen zeigt sich, daß die kleinen Amplituden nach der Herzspitze zu, wenn sie auch nach der Belastung vorhanden sind, doch ein gewichtiges Zeichen zumindest für eine kontraktile Dysfunktion darstellen. Allerdings findet sich dieses Erscheinungsbild auch immer mehr im zunehmenden Alter, sodaß zwischen 50 und 69 Jahren auch schon eine Häufung von 70 % besteht und damit die Infarkte mit 80 % nicht mehr so sehr hervorstechen. In jüngerem Alter gewinnt aber das Phänomen sicher an Bedeutung, wie der Unterschied von Patienten mit latenter Koronarerkrankung (d.H. mit elektrokardiographischer Ischämiereaktion) mit 62 % gegenüber den gleichaltrigen Normalpersonen mit 20 % zeigt. Gesellt sich dazu die lokale Aufsplitterung, dann ist die pathologische Grundlage sehr wahrscheinlich und zwar speziell im Hinblick auf eine

Koronarinsuffizienz. Als weitere symptomatische Häufung wäre schließlich noch zu erwähnen, daß dann - wenn eine Amplitudenabnahme nach der Spitze hin besteht - eine allgemeine Abnahme des gesamten Bewegungsraumes als gravierendes Moment anzusprechen ist.

Die abnahme der Herzgröße nach Belastung tritt bei den Herzpatienten gegenüber den Vergleichspersonen nur noch selten auf und zwar bei den Patienten mit kardialer Insuffizienz garnicht mehr, sonst höchstens in 13 % bei der latenten Koronarerkrankung. Bemerkenswert ist, daß die Aortenschlußzacke bzw. die Zwischenzacke zwischen Systole und Diastole an der linken Herzkontur in Fällen der kardialen Insuffizienz immer vorhanden ist, zumindest vor oder nach der Belastung. Sonst ist sie ungefähr gleich häufig anzutreffen, gleichgültig ob Angina pectoris, latente Koronarerkrankung usw. (siehe Tabelle 15).

C.) Röntgensymptomatik und elektrokardiographischer Befund.

Von Interesse war schließlich, die Häufigkeit des gemeinsamen Vorkommens bestimmter röntgenologischer und elektrokardiographischer Befunde herauszufinden. Eine positive Beziehung mußte bei denjenigen Krankheiten erwartet werden, die mit morphologischen Schädigungen des Myokards einhergehen, z.B. beim Herzinfarkt. Da diese Krankheitsbilder als gesonderte Gruppen bereits besprochen wurden, erübrigt sich eine neuerliche Erörterung hinsichtlich des EKG-Befundes.

Hier interessiert die Frage, ob EKG-Veränderungen, die nicht oder zumindest nicht mit Sicherheit für eine Myokardschädigung sprechen, aber in irgendeiner Weise vom Normalverhalten abweichen, oder pathologische EKG-Befunde, sofern sie nicht mit einer Herzerkrankung im klinischen Sinne einhergehen, ebenfalls mit Veränderungen des Kymogramms verbunden sind. Bei den klinisch gesunden Personen (Tabelle 16) wurden in diesem Zusammenhang T-Abflachungen im Ruhe- und Belastungs-EKG, ST-Senkungen von weniger als 0,1 m.V., Extrasystolen, sowie Links- und Rechtsschenkelblöcke ausgewertet. Wegen der bei klinisch gesunden Personen zu erwartenden geringen Häufigkeit solcher EKG-Veränderungen ist allerdings eine eindeutige Aussage über Beziehungen zwischen kymographischer und elektrokardiographischer Symptomatik nicht möglich. Ein auffälliges Zusammentreffen z.B. der Extrasystolie oder auch der Schenkelblock-AKG's, mit bestimmten

kymographischen Phänomenen ist jedenfalls nicht zu erkennen. Auffallend ist dagegen der Unterschied zwischen absolut normalen EKG-Befunden und T-Veränderungen in Bezug auf die Häufigkeit der Amplitudenvergrößerung und Herzgrößenabnahme nach Belastung, die bei Letzteren nur noch in ganz wenigen Fällen beobachtet werden kann.

Bei den Hypertonikern (Tabelle 17), unter denen sich keine Patienten mit klinisch oder elektrokardiographisch erkennbaren Koronarerkrankungen befinden, kommen auch unabhängig vom EKG-Befund Amplitudenzunahmen und Herzgrößenabnahmen nach Belastung weniger oft vor als bei Normotonikern. Die Herzverkleinerung war bei gleichzeitig bestehenden ST- T-Veränderungen im Ruhe- und Belastungs-EKG allerdings in keinem Falle mehr festzustellen. Umgekehrt finden wir die Abnahme der Amplitudengröße nach der Spitze hin ebenso wie lokale Aufsplitterungen in solchen Fällen wesentlich häufiger als bei Hypertonikern mit normalem EKG.

Offenbar handelt es sich bei dem Zusammentreffen abnormer, wenn auch nicht eindeutig zu interpretierender EKG-Veränderungen, mit röntgenologischen Zeichen einer kontraktilen Dysfunktion, doch um den gemeinsamen Ausdruck einer myokardialen Schädigung oder einer koronaren Mangeldurchblutung, zumal die gleiche Konstellation bei den manifesten koronaren Herzkrankheiten um das Vielfache häufiger, als bei gesunden Personen anzutreffen ist. Insofern können sich also beide Methoden in der Wertigkeit ihrer Aussage ergänzen.

Zusammenfassung

Bei 589 Männern im Alter von 20 bis 75 Jahren wurde die röntgenkymographische Symptomatik klinischen, elektrokardiographischen und ergospirometrischen Daten gegenübergestellt.

Die Anwendung der Kymographie zur Herzvolumenbestimmung wurde beschrieben, ihre Vor- und Nachteile wurden kritisch beurteilt. In den verschiedenen Altersgruppen wurden die Normwerte des kymographisch bestimmten Herzvolumens und des auf dieser Basis gewonnenen Herzvolumenleistungsquotienten berechnet.

Es ließen sich bestimmte Konstellationen röntgenkymographischer bzw. elektrokymographischer, ergospirometrischer und klinischer Befunde herausstellen. Für die Interpretation des Kymogramms ist dabei immer zu beachten, daß ein und derselbe Befund nicht auch eine gleiche Wertigkeit besitzen muß, wenn sich auch eine unterschiedliche Häufigkeit bestimmter kymographischer Symptome in Verbindung mit ergospirometrischen und klinischen Daten anzeigt. So kann ein kleiner Bewegungsraum, wenn er mit schlechten Vergleichswerten in der Leistungsfähigkeit oder im klinischen Befund zusammentrifft, ein weiteres ungünstiges Symptom sein, während er ansonsten auch bei sehr leistungsfähigen Herzen zu sehen ist. Die Bewegungstypen nach Stumpf ergeben auch keine eindeutige Aussagemöglichkeit, jedenfalls nicht in der Ruhe. Erst nach der Belastung hat der Typ II sicher eine pathologische Bedeutung. Eindeutig waren die Verhältnisse jedoch immer bei der Amplitudenabnahme bis zur stummen

Zone und eventuell bis zu den paradoxen Ausschlägen an lokaler Stelle. Fast immer war dann ein pathologischer Befund bei den Vergleichspersonen gegeben. Das kymographische Symptom für sich allein ist aber nicht immer aussagekräftig und oft nur in Anwendung an die klinischen und anderen funktionsdiagnostischen Daten von Wert.

Ein paralleles Verhalten zwischen Herzleistungsfähigkeit und kymographischen Merkmalen war nicht immer festzustellen. Die zu erwartende Koinzidenz von Röntgenzeichen, die für große Schlagvolumenleistunggen sprechen, und Parametern einer guten physischen und kardiozirkulatorischen Leistungskapazität findet sich nur in einem Teil der Fälle. Dies könnte damit zu erklären sein, daß der Grad der Leistungsfähigkeit nicht nur von der Größe der Schlagvolumenleistung, sondern auch vom Verhalten peripherer Faktoren, insbesondere der Sauerstoffutilisation in der Muskulatur abhängig ist. D.h. ein großer Sauerstoffpuls oder ein sehr günstiger Herzvolumenleistungsquotient muß nicht logischer Weise auch mit röntgenologischen Merkmalen eines großen Schlagvolumens zusammentreffen. Im positiven Falle dürfte allerdings die Interpretation eines großen maximalen Sauerstoffpulses als Hinweis auf eine große Schlagvolumenleistung durch den entsprechenden kymographischen Befund gestützt werden, während umgekehrt kleine Bewegungsausschläge bei guter Leistungsfähigkeit eher die Bedeutung der peripheren Regulationsmechanismen unterstreichen dürfte.

Trotzdem gehen Unterschiede der Leistungsfähigkeit, beurteilt auf der Basis des maximalen Sauerstoffpulses und des Herzvolumenleistungsquotienten mehr oder weniger häufig mit röntgenologischen Merkmalen einher, die unter anderem auch als Maßstab für die Schlagvolumenleistung gelten können. Dies zeigte sich vor allem bei der Gegenüberstellung von Personen unterschiedlicher Leistungskapazität und bei der Berücksichtigung derjenigen Faktoren, die bekanntermaßen zu einer Verminderung der maximalen Schlagvolumenleistung führen, wie höheres Lebensalter, Übergewicht, körperliche Inaktivität, Hochdruck und schließlich manifeste ischämische Erkrankungen des Herzens.

Mehr noch als mit dem funktionellen Verhalten des Herz- Kreislaufsystems zeigt die Röntgenkymographie eine Verknüpfung mit dem klinischen Befund, sofern dieser für eine Herzerkrankung spricht. Deshalb dürfte selbst bei klinisch normalem Verhalten oder bei nicht eindeutig zu interpretierenden EKG-Veränderungen ein abnormer kymographischer Befund in manchen Fällen doch schon als Hinweis auf eine Erkrankung des Herzens zu werten sein. Dafür spricht jedenfalls die hohe Koinzidenz solcher Röntgenzeichen mit manifesten Herzerkrankungen.

Tabellen

Tabelle 1: Normenwerte des röntgenkymographisch bequotienten und des maximalen Sauerstoff-

Altersgruppe		O_2Pmax.	O_2Pmax/cm	O_2Pmax/kg
	n	19	19	19
20–29 Jahre	$\bar{x}$	13,41	0,175	0,175
	s_x	1,75	0,0101	0,0345
	n	34	34	34
30–39 Jahre	$\bar{x}$	13,40	0,077	0,172
	s_x	2,04	0,0108	0,0238
	n	143	143	143
40–49 Jahre	$\bar{x}$	13,22	0,076	0,171
	s_x	1,67	0,0083	0,0215
	n	58	58	58
50–59 Jahre	$\bar{x}$	12,83	0,074	0,164
	s_x	1,68	0,0087	0,0235
	n	15	15	15
60–76 Jahre	$\bar{x}$	13,39	0,078	0,175
	s_x	2,23	0,0127	0,0165

HV = Herzvolumen; HV/cm = Herzvolumen/Körpergröße; HV/kg = Herzvolumen/Körpergewicht; HV/KO = Herzvolumen/Körperoberfläche; HV/O_2P max. = Herzvolumen/maximaler Sauerstoffpuls (Herzvolumenleistungsquotient); O_2P max. = maximaler Sauerstoffpuls; O_2P max./cm = maximaler Sauerstoffpuls/Körpergröße; O_2P max/kg = maximaler Sauerstoffpuls/Körpergewicht; O_2P max/KO = maximaler Sauerstoffpuls/Körperoberfläche

stimmten Herzvolumens, des Herzvolumenleistungs-

pulses bei 20 - 76-jährigen Männern.

O_2Pmax/KO	HV	HV/cm	HV/kg	HV/KO	HV/O_2Pmax.
19	26	26	26	26	19
6,91	786,0	4,62	10,76	423,8	62,41
1,08	158,5	0,46	1,49	45,0	11,36
34	43	43	43	43	34
6,94	742,7	4,50	10,11	403,4	58,16
0,92	184,4	0,57	1,85	47,1	7,56
143	154	154	154	154	143
6,87	765,1	4,38	10,43	396,6	57,33
0,75	107,2	0,54	1,15	44,7	7,10
58	69	69	69	69	58
6,64	753,7	4,45	9,80	399,4	60,69
0,72	117,5	0,65	1,36	52,6	10,60
15	18	18	18	18	15
7,08	797,0	4,64	10,22	417,0	60,07
0,82	159,0	0,93	1,35	66,0	6,27

Tabelle 2: Häufigkeitsverteilung röntgenologischer und verschiedenen Lebensalters.

Röntgen-symptome	20 - 29 Jahre n	%	30 - 39 Jahre n	%
A_1	14	35,0	19	35,9
A_2	26	65,0	34	64,1
total	40		53	
B_1	32	94,4	43	81,4
B_2	2	5,6	10	18,6
total	34		53	
C_1	17	42,5	29	58,0
C_2	23	57,5	21	42,0
total	40		50	
D_1	32	44,4	51	98,2
D_2	2	5,6	1	1,8
total	34		52	
E_1	13	34,2	19	34,8
E_2	25	65,2	35	65,2
total	38		54	
F	2	5,0	5	9,3
total	40		53	
G	27	67,5	23	43,4
total	40		59	

kymographischer Merkmale bei gesunden Männern

40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		60 - 70 Jahre	
n	%	n	%	n	%
67	39,6	23	29,9	11	26,8
92	60,4	54	70,1	30	73,2
169		77		41	
146	88,5	60	77,9	30	66,8
19	11,5	17	22,1	15	33,2
165		77		45	
64	38,8	43	53,8	12	34,8
101	61,2	33	44,2	23	65,2
165		76		35	
148	90,8	64	91,4	30	87,3
15	9,2	6	8,6	4	12,7
163		70		34	
51	32,2	9	11,7	9	20,4
107	67,8	68	88,3	34	79,6
158		77		43	
30	18,4	21	27,3	17	36,1
165		77		47	
188	67,1	18	23,3	12	27,7
161		77		23	

Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung röntgenologischer übergewichtigen Männern von 40-49 Jahren

Röntgen-Symptome	Normalgewicht n	N %	n	S %
A_1	28	48,3	12	41,3
A_2	30	51,7	17	58,7
total	58		29	
B_1	58	92,1	28	93,3
B_2	5	7,9	2	6,7
total	63		30	
C_1	22	36,1	8	26,7
C_2	39	63,9	22	73,3
total	61		30	
D_1	58	95,1	29	93,6
D_2	3	4,9	2	6,4
total	61		31	
E_1	21	37,5	11	40,7
E_2	35	62,5	16	59,3
total	56		27	
F	10	16,1	2	6,7
total	62		30	
G	49	79,0	23	79,3
total	62		30	

N = Untrainierte

S = Sportler

und kymographischer Merkmale bei normal- und verschiedener körperlicher Aktivität.

Übergewicht			
n	N %	n	S %
16	32,0	11	50,0
34	64,0	11	60,0
50		22	
39	79,4	21	91,3
10	20,6	2	8,7
49		23	
27	52,9	7	30,4
24	47,1	16	69,5
51		23	
40	83,3	21	91,3
8	16,7	2	8,7
48		23	
13	25,5	8	38,1
38	74,5	13	61,9
51		21	
13	70,0	5	21,8
50		23	
22	43,1	14	73,7
51		19	

Tabelle 4: Ergospirometrische Daten bei normal- und

(40 - 49-jährige Normotoniker).

	Normalgewicht					
	Nichtsportler			Sportler		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
Größe	72	175,7	7,2	36	175,6	6,0
Gewicht	72	74,5	10,0	36	72,2	12,8
rel.Gewicht	72	103,4		36	103,4	
Herzvolumen	72	740,9	105,5	36	778,6	78,5
HV/Kg	72	9,96	1,06	36	10,50	1,22
HV/cm	72	4,21	0,51	36	4,43	0,49
max.O_2 P	70	13,2	1,64	36	14,7	1,86
max.O_2P/kg	70	0,178	0,0191	36	0,198	0,0264
max.O_2P/cm	70	0,075	0,0079	36	0,084	0,0112
HV/max.O_2P	70	56,3	7,08	36	53,6	6,62

HV/kg = Herzvolumen/Körpergewicht; HV/cm = Herzvolumen/Körpergröße; max.O_2 P = maximaler Sauerstoffpuls; max.O_2P/kg = maximaler Sauerstoffpuls/Körpergewicht; max.O_2P/cm = maximaler Sauerstoffpuls/Körpergröße; HV/max.O_2P = Herzvolumen/maximaler Sauerstoffpuls (Herzvolumenleistungsquotient).

übergewichtigen Männern unterschiedlicher Aktivität

Übergewicht					
Untrainierte			Sportler		
n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
78	173,0	6,9	23	175,6	6,3
78	82,6	9,3	23	83,5	7,5
78	118,7		23	117,0	
78	791,4	97,6	23	834,3	87,3
78	9,62	1,09	23	10,10	1,40
78	4,57	0,50	23	4,75	0,55
69	13,2	1,68	23	15,4	2,13
69	0,161	0,0181	23	0,185	0,0220
69	0,076	0,0082	23	0,088	0,0099
69	59,7	7,01	23	55,0	7,28

Tabelle 5: Ergospirometrische Daten bei 40 - 49 -jährigen Leistungsfähigkeit.

	max.O_2P/KO 7,82 - n = 20	6,42 - 7,74 n = 55	5,71 - 6,38 n = 18
O_2P 80 W	12,0	11,1	10,1
O_2P max.	15,8	13,5	11,6
O_2P/KO 80 W	6,48	5,84	5,31
O_2P/KO max.	8,53	7,05	6,10
Herzvolumen	790,8	753,2	712,2
HV/O_2 P 80 W	67,4	67,8	70,7
HV/O_2 P max.	50,8	55,9	61,5
KV/KO	432,3	392,4	394,9
RR Ruhe	126,0	129,0	130,4
PS 80 W syst.	163,2	169,7	183,6
Pd Ruhe syst.	83,2	84,5	85,3
Pd 80 W diast.	89,2	91,6	94,4
max.Frequenz	141,4	140,8	145,o

Männern unterschiedlicher kardiozirkulatorischer

HV/max O_2P 42,3 - 50,0 n = 20	50,5 - 59,8 n = 51	60,5 - 22
11,6	10,6	11,0
15,0	13,5	12,7
6,29	5,80	5,70
7,91	7,15	6,55
693,8	749,0	830,3
60,4	68,3	75,2
46,4	55,3	65,8
369,7	400,6	427,7
127,0	128,0	131,2
164,4	170,0	179,3
84,5	83,5	86,4
91,4	91,1	93,2
141,7	141,6	142,0

Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung röntgenologischer

Männern unterschiedlicher kardiozirkula-

	max. O_2P/KO					
		%		%		%
A_1	10	55	21	41	6	35
A_2	8	45	30	59	11	65
total	18	100	51	100	17	100
B_1	17	89	51	93	17	94
B_2	2	11	4	7	1	6
total	19	100	55	100	18	100
C_1	8	45	17	31	5	28
C_2	10	55	37	69	13	72
total	18	100	54	100	18	100
D_1	18	95	51	96	17	94
D_2	1	5	2	4	1	6
total	19	100	53	100	18	100
E_1	10	55	20	39	5	29
E_2	8	45	31	61	12	71
total	18	100	51	100	17	100
F	5	26	6	11	1	6
total	19	100	54	100	18	100
G	14	70	41	80	14	82
total	20	100	51	100	17	100

und kymographischer Merkmale bei 40-49-jährigen

torischer Leistungsfähigkeit.

		HV/O_2P max.			
	%		%		%
8	42	22	48	9	43
11	58	24	52	12	57
19	100	46	100	21	100
20	100	47	92	18	82
-	-	4	8	4	18
20	100	51	100	22	100
10	50	16	34	4	18
10	50	31	66	18	82
20	100	47	100	22	100
20	100	46	96	20	91
-	-	2	4	2	9
20	100	48	100	22	100
8	42	17	37	9	43
11	58	29	63	12	57
19	100	46	100	21	100
1	5	7	14	4	18
20	100	48	100	22	100
13	68	41	82	17	81
19	100	50	100	21	100

Tabelle 7: Ergospirometrische Daten bei 40-49-jährigen kymographischen Merkmalen.

	n	O_2P 80 W	O_2P max	O_2P/KO 80 W	O_2O/KO max	HV	HV/O_2P 80 W
A_1	28	10,7	13,3	5,59	6,90	761,3	71,0
A_2	30	11,1	12,9	5,93	7,11	726,0	65,5
B_1	58	10,8	13,0	5,71	6,87	737,4	68,3
B_2	5	12,1	13,9	6,57	7,54	796,6	65,5
C_1	22	11,1	13,3	5,90	7,11	726,4	65,1
C_2	39	10,8	12,9	5,69	6,77	751,0	69,2
D_1	58	10,8	13,0	5,74	6,86	740,5	68,3
D_2	2	12,1	14,6	6,33	7,64	752,5	62,0
E_1	22	11,2	13,6	5,85	7,11	781,0	70,0
E_2	36	10,7	12,1	5,71	6,79	719,9	67,1

HV = Herzvolumen

Männern, unterteilt nach röntgenologischen und

HV/O_2P max	HV/KO	Pd Ruhe	Pd 80 W	Ps Ruhe	Ps 80 W	max. Frequenz
57,4	395,8	131,2	173,5	85,7	90,2	141,6
56,6	387,0	128,9	173,8	84,3	93,9	141,1
57,1	388,2	129,3	172,2	84,7	92,3	140,9
57,7	432,0	131,0	179,0	83,0	96,0	136,8
54,6	387,2	129,9	171,8	86,6	95,2	140,0
59,0	393,3	129,7	174,0	84,0	91,0	142,2
57,3	390,8	132,3	170,6	85,2	92,7	141,5
61,5	394,5	130,0	182,5	85,0	95,0	138,0
58,6	407,5	130,5	172,6	84,8	90,7	142,4
56,5	381,5	129,7	174,2	85,1	93,3	140,2

Tabelle 8: Ergospirometrische Daten und
normalgewichtigen, normotonen

	Ruhe		80-W-Bel.	
	RR systolisch		RR systolisch	
	130	130	170	170
	n= 33	n = 30	n = 32	n = 31
O_2P 80 W	11,0	10,8	11,2	10,6
O_2P max.	13,3	12,9	13,6	12,6
O_2P/KO 80 W.	5,78	5,77	5,86	5,66
O_2P/KO max.	6,97	6,87	7,16	6,87
Herzvolumen	755,2	727,7	760,0	723,7
HV/O_2P 80 W	68,8	67,3	68,1	68,0
HV/O_2P max.	57,1	56,8	56,0	57,9
HV/KO	395,9	387,0	399,1	384,0
RR Ruhe	121,4	138,4	123,3	135,8
Ps 80 W	162,1	184,6	158,1	86,4
Pd Ruhe	81,5	88,3	83,1	187,9
Pd 80 W	89,7	92,8	89,3	96,0

kymographische Zeichen bei 40 - 49-jährigen Nichtsportlern.

Ruhe		80-W-Bel.	
RR diastolisch		RR diastolisch	
85	85	90	90
n = 37	n = 26	n = 31	n = 32
10,8	11,1	11,1	10,7
13,1	13,1	13,6	12,6
5,67	5,92	5,82	5,73
6,87	7,00	7,08	6,77
750,8	729,7	775,6	709,7
65,5	65,8	69,8	66,4
57,7	56,0	57,6	56,3
393,4	389,1	404,7	379,0
125,2	135,5	126,2	132,6
167,6	180,2	164,8	180,6
80,0	91,5	81,8	87,6
88,1	99,0	84,7	100,2

Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung röntgenologischer

40 - 49-jährigen normotonen Männern

	Ps Ruhe				Pd Ruhe			
	130		130		85		85	
		%		%		%		%
A_1	12	43	16	53	16	47	12	50
A_2	16	57	14	47	18	53	12	50
total	28	100	30	100	34	100	24	100
B_1	31	94	27	90	34	92	24	92
B_2	2	6	3	10	3	8	2	8
total	33	100	30	100	37	100	26	100
C_1	11	35	11	37	10	28	12	46
C_2	20	65	19	63	25	72	14	54
total	31	100	30	100	35	100	26	100
D_1	29	97	29	97	33	97	25	96
D_2	1	3	1	3	1	3	1	4
total	30	100	30	100	34	100	26	100
E_1	11	39	11	37	14	41	8	33
E_2	17	61	19	63	20	59	16	67
total	28	100	30	100	34	100	24	100
F	5	16	5	17	4	11	6	23
Total	32	100	30	100	36	100	26	100
G	27	82	22	76	29	80	20	77
total	33	100	29	100	36	100	26	100

und Kymographischer Merkmale bei

unterteilt nach der Höhe des Blutdrucks.

Ps 80-Watt				Pd 80-Watt			
170	%	170	%	90	%	90	%
15	52	13	45	16	55	12	41
14	48	16	55	13	45	17	59
29	100	29	100	29	100	29	100
31	97	27	87	28	90	30	94
1	3	4	13	3	10	2	6
32	100	31	100	31	100	32	100
14	45	8	27	9	30	13	42
17	55	22	73	21	70	18	58
31	100	30	100	30	100	31	100
30	100	28	93	27	96	30	97
-	-	2	7	1	4	1	3
30	100	30	100	28	100	31	100
11	38	11	38	14	48	8	27
18	62	188	62	15	52	21	73
29	100	29	100	29	100	29	100
5	16	4	14	6	19	4	13
32	100	29	100	31	100	31	100
25	78	24	80	21	70	28	87
32	100	30	100	30	100	32	100

Tabelle 10: Maximaler Sauerstoffpuls, kymographisch

40 - 76-jährigen Hypertonikern

Altersgruppe		max.O_2P	O_2Pmax/cm	O_2Pmax/kg
	n	35	35	35
40-49 Jahre	$\bar{x}$	12,35	0,072	0,152
	s_x	1,46	0,0082	0,0184
	n	35	35	35
50-59 Jahre	$\bar{x}$	12,93	0,075	0,158
	s_x	2,03	0,0115	0,0256
	n	17	17	17
60-76 Jahre	$\bar{x}$	11,75	0,069	0,151
	s_x	1,69	0,0094	0,0188

Bestimmtes Herzvolumen und Herzleistungsquotient bei

O_2Pmax./KG	HV	HV/qm	HV/kg	HV/KG	HV/O_2P max
35	46	46	46	46	35
6,33	793,2	4,58	9,60	406,0	63,78
0,71	117,5	0,61	1,25	83,4	9,67
35	41	41	41	41	35
6,62	843,1	4,90	10,25	435,6	66,15
0,98	118,7	0,69	1,49	61,5	11,09
17	20	20	20	20	17
6,21	774,3	4,57	9,89	410,1	65,54
0,79	97,6	0,55	1,23	46,0	12,51

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung röntgenologischer und

Lebensalters (Vergleich mit altersentspre-

	Hypertoniker					
	40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		60 - 70 Jahre	
	n	%	n	%	n	%
A_1	15	36,6	12	28,6	1	9,5
A_2	26	63,4	30	71,4	21	90,5
total	41		42		22	
B_1	35	87,5	28	66,6	15	83,3
B_2	5	12,5	14	33,4	3	16,7
total	40		42		18	
C_1	24	53,3	26	61,9	10	66,6
C_2	21	46,7	16	38,1	5	33,4
total	45		42		15	
D_1	34	79,2	37	88,2	16	94,1
D_2	9	20,8	5	11,8	1	5,9
total	43		42		17	
E_1	9	27,3	7	17,1	3	15,9
E_2	29	72,8	34	82,9	16	84,5
total	38		41		19	
F	18	36,7	35	83,2	8	36,4
total	49		42		22	
G	18	35,4	8	19,1	0	0,0
total	49		42		23	

kymographischer Merkmale bei Hypertonikern verschiedenen chenden Normotonikern).

Normotoniker					
40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		60 - 70 Jahre	
n	%	n	%	n	%
67	39,6	23	29,9	11	26,8
92	60,4	54	70,1	30	73,2
169		77		41	
149	88,5	60	77,9	30	66,8
19	11,5	17	22,1	15	33,2
165		77		45	
64	38,8	43	53,8	12	34,8
101	61,7	38	44,2	23	65,2
165		76		35	
148	90,8	64	91,4	30	87,3
15	9,2	6	8,6	4	12,7
163		70		34	
53	32,2	9	11,7	9	20,4
105	67,8	68	88,3	34	79,6
158		77		43	
30	18,4	21	27,3	17	36,1
165		77		47	
108	67,1	18	23,3	12	27,7
161		77		45	

Tabelle 12: Ergospirometrische und kymographische

	HV/KO		
	299 - 384 n = 13	386 - 462 n = 25	465 - n = 14
Herzvolumen	681,8	809,4	919,2
Herzvolumen/KO	352,8	420,3	393,5
O_2 P Max.	12,5	11,8	13,5
O_2 P max./KO	6,20	6,13	7,18
HV/O_2P max.	57,8	70,6	68,4
Ps Ruhe	168,1	165,6	170,4
Ps 80 W	214,2	216,6	209,1
Pd Ruhe	98,8	100,8	102,1
Pd 80 W	110,8	113,1	109,1

Daten bei Hypertonikern unterschiedlicher Herzgröße.

	HV/KO					
	299 – 384		386 – 462		465 –	
	n = 13		n = 25		n = 14	
A_1	2	15	9	36	2	14
A_2	11	85	16	64	12	86
total	13	100	25	100	14	100
B_1	11	92	15	62	9	64
B_2	1	8	9	38	5	36
total	12	100	24	100	14	100
C_1	6	50	17	77	8	61
C_2	6	50	5	23	5	39
total	12	100	22	100	13	100
D_1	13	100	22	92	11	78
D_2	–	–	2	8	3	21
total	13	100	24	100	14	100
E_1	1	8	7	29	1	8
E_2	12	92	17	71	11	92
total	13	100	24	100	12	100
F	8	62	17	68	12	86
total	13	100	25	100	14	100
G	2	15	2	8	–	–
total	13	100	25	100	14	100

Tabelle 13: Ergospirometrische und kymographische leistungsfähigkeit.

	HV/O_2 P max.		
	44,8-58,0 n = 11	58,2-77,3 n = 25	78,9-94,8 n = 11
O_2P max	13,5	12,8	10,5
O_2P/KO max.	7,20	6,68	5,47
Herzvolumen	726,5	826,7	868,7
HV/Ko	380,7	435,6	752,8
HV/O_2P max.	5,28	64,7	83,1
Ps Ruhe	161,4	166,4	174,1
Ps 80 W	210,4	208,9	227,7
Pd Ruhe	98,2	101,0	98,6
Pd 80 W	111,4	109,4	115,0

Daten bei Hypertonikern unterschiedlicher Herz-

	HV/O_2 P Max					
	44,8 - 58,0		58,2 - 77,3		78,9 -	
	n = 11		n = 25		n = 11	
A_1	4	36	5	20	2	18
A_2	7	64	20	80	9	82
total	11	100	25	100	11	100
B_1	10	91	18	72	6	60
B_2	1	9	7	28	4	40
total	11	100	25	100	10	100
C_1	8	73	16	69	6	67
C_2	3	27	7	31	3	33
total	11	100	23	100	9	100
D_1	11	100	22	88	9	82
D_2	–	–	3	12	2	18
total	11	100	25	100	11	100
E_1	4	36	2	8	2	20
E_2	7	64	22	92	8	80
total	11	100	24	100	10	100
F	9	82	18	72	6	55
total	11	100	25	100	11	100
G	1	9	2	8	1	9
total	11	100	25	100	11	100

Tabelle 14 a: Ergospirometrische Daten bei Hyperdes Blutdrucks.

	Ruhe		
	Ps 180 n = 46	Ps 180 n = 6	Pd 105 n = 39
O_2P max.	12,7	10,8	12,2
O_2P/KO max.	6,61	5,64	6,44
Herzvolumen	803,8	831,8	796,6
HV/KO	421,5	435,3	423,2
$-HV/O_2P$ max.	65,3	77,4	66,4
RR's Ruhe	160,3	197,5	166,1
RR's 80 W	211,2	235,0	212,4
Pd Ruhe	100,0	106,7	96,4
Pd 80 W	110,9	115,8	107,6

tonikern unterteilt nach der Höhe

80-Watt Belastung				
Pd 105 n = 15	Ps 200 n = 13	Ps 200 n = 39	Pd 110 n = 29	Pd 110 n = 23
13,6	13,4	12,2	12,6	12,1
6,85	7,00	6,34	6,63	5,49
838,4	830,3	799,3	795,1	822,1
422,8	433,6	419,6	455,9	421,4
65,4	63,5	67,2	64,2	69,0
171,5	158,8	170,4	166,0	169,3
218,9	190,8	221,7	210,8	218,0
113,5	98,8	101,3	95,7	107,0
122,8	108,7	112,4	103,6	121,3

Tabelle 14 b: Kymographische Daten bei Hypertonikern

	RR in Ruhe							
	Ps	180 %	Ps	180 %	Pd	105 %	Pd	105 %
A_1	13	28	-	-	9	23	4	31
A_2	33	72	6	100	30	77	9	69
total	46	100	6	100	39	100	13	100
B_1	32	73	3	50	29	78	6	46
B_2	12	27	3	50	8	22	7	54
total	44	100	6	100	37	100	13	100
C_1	28	67	3	60	26	76	5	38
C_2	14	33	2	40	8	24	8	62
total	42	100	5	100	34	100	13	100
D_1	41	91	5	83	34	89	12	92
D_2	4	9	1	17	4	11	1	8
total	45	100	6	100	38	100	13	100
E_1	8	19	1	17	7	19	2	15
E_2	35	81	5	83	29	81	11	85
total	43	100	6	100	36	100	13	100
F	34	74	3	50	26	67	11	85
total	46	100	6	100	39	100	13	100
G	4	9	-	-	3	8	1	8
total	46	100	6	100	39	100	13	100

unterteilt nach der Höhe des Blutdrucks.

RR bei 80-Watt-Belastung							
Ps	200	Ps	200	Pd	110	Pd	110
	%		%		%		%
3	23	10	26	7	24	6	26
10	77	29	74	22	76	17	74
13	100	39	100	29	100	23	100
9	69	26	70	22	81	13	57
4	31	11	30	5	19	10	43
13	100	37	100	27	100	23	100
9	75	22	63	21	81	10	45
3	25	13	37	5	19	12	55
12	100	35	100	26	100	22	100
12	92	34	89	24	86	22	96
1	8	4	11	4	14	1	4
13	100	38	100	28	100	23	100
2	15	7	19	8	30	1	4
11	85	29	81	19	70	22	96
13	100	36	100	27	100	23	100
10	77	27	69	20	69	17	74
13	100	39	100	29	100	23	100
-	-	4	10	1	3	3	13
13	100	39	100	29	100	23	100

Tabelle 15: Häufigkeitsverteilung kymographischer Herzkrankheiten.

	Vegetative Kreislaufstörungen		Normalpersonen 30-49 J		Angina pectoris		Herzinfarkt	
	n	%	n	%	n	%	n	%
A_1	7	31,8	43	36,3	0	80,0	4	20,0
A_2	15	68,2	93	63,7	15	100,0	16	80,0
	22		136		15		20	
B_1	22	100,0	95	84,9	7	26,9	8	38,0
B_2	0	0,0	14	15,1	19	73,1	13	62,0
	22		89		26		21	
C_1	9	59,1	47	48,4	10	52,7	10	55,5
C_2	13	40,9	61	51,6	9	43,7	8	44,5
	22		101		19		18	
D_1	21	95,5	89	94,5	10	41,6	13	65,0
D_2	1	4,5	8	5,5	14	58,4	7	35,0
	22		98		24		20	
E_1	4	22,2	30	33,5	2	9,0	2	11,1
E_2	14	77,8	69	66,5	20	91,0	16	88,9
	18		99		22		18	
F	4	18,1	17	13,9	12	46,1	11	61,1
	22		109		26		62	
G	12	54,5	66	55,3	1	3,5	7	31,8
	22		109		26		45	

und röntgenologischer Zeichen bei verschiedenen

Normal-personen 50-69 J		Klinisch lat.Koro-narerkr.		Normal-personen 50-59 J		Kardiale Insuffi-zienz		Normal-personen 61-70 J	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
17	28,4	5	33,3	23	29,9	1	14,3	11	26,8
42	71,5	10	66,7	54	70,1	6	85,7	30	73,2
59		15		77		7		41	
45	72,3	7	37,8	60	77,9	3	42,7	30	66,8
16	27,7	11	62,2	17	21,1	4	57,3	15	33,2
61		18		77		7		45	
28	44,3	9	50,0	43	53,8	7	100,0	12	34,8
28	55,7	9	50,0	33	44,2	0	0,0	23	65,2
56		18		76		7		35	
47	89,3	15	83,4	64	91,4	6	85,7	30	87,3
5	10,7	3	16,6	6	8,6	1	14,3	4	12,7
52		18		70		7		34	
9	21,1	2	13,3	9	11,7	0	0,0	9	20,4
51	78,9	13	86,7	68	88,3	6	100,0	34	79,6
60		15		77		6		43	
19	30,7	9	45,0	21	27,3	4	57,3	17	36,1
62		20		77		7		47	
15	25,5	5	22,7	18	23,3	0	0,0	12	27,7
45		20							
~~20~~		~~77~~		77		7		23	

Tabelle 16: Verteilung kymographischer und elektro-

von 20 - 70 Jahren

	Normales EKG	T-Abfl. i.Ruhe	T-Abfl. w. Bel.	T-Abfl. i. Ruhe + w.Bel.	ST-Senkung i. Ruhe u. w. Bel.
A_1	120	0	1	3	1
A_2	181	3	14	7	2
	342	3	15	10	3
B_1	208	2	8	10	2
B_2	46	1	3	0	1
	292	3	11	10	3
C_1	88	2	5	6	0
C_2	165	1	6	3	3
	292	3	11	9	3
D_1	276	3	16	7	1
D_2	26	0	0	2	2
	345	3	16	9	3
E_1	77	1	2	2	0
E_2	217	2	14	8	3
	338	3	16	10	3
F	56	1	5	7	2
	358	3	16	10	3
G	192	0	0	1	0
	358	3	16	10	3

kardiographischer Befunde bei Normalpersonen im Alter

ST-Senkung w.Bel.	Extrasyst. ventr. i.Ruhe	Extrasyst. supraventr. w.Bel.	Rechtsschenkel-Block n	%	Linksschenkel-Block n	%
2	0	2	2	50,0	3	60,0
5	2	1	2	50,0	2	40,0
7	2	3	4		5	
7	2	3	3	75,0	5	100,0
0	0	0	1	25,0	0	0,0
7	2	3	4		5	
5	0	2	2	50,0	1	20,0
2	2	1	2	50,0	4	80,0
7	2	3	4		5	
6	2	3	4	100,0	5	100,0
0	0	0	0	0,0	0	0,0
6	2	3	4		5	
2	2	1	0	0,0	2	40,0
4	0	2	4	100,0	3	60,0
6	2	3	4		5	
1	0	1	1	25,0	0	0,0
7	2	3	4		5	
0	0	1	2	50,0	3	60,0
7	2	3	4		5	

Tabelle 17: Verteilung kymographischer und elektro-

	Normales EKG	T-Abfl. i.Ruhe-EKG	T-Abfl. i.Bel. EKG
A_1	16	0	7
A_2	48	1	8
total	105	1	15
B_1	51	1	11
B_2	9	0	6
total	100	1	17
C_1	37	1	14
C_2	20	0	2
total	96	1	17
D_1	69	0	3
D_2	4	1	9
total	102	1	16
E_1	6	0	12
E_2	57	1	5
total	103	1	17
F	43	1	3
total	103	1	17
G	13	0	3
total	116	1	17

kardiographischer Befunde bei Hypertonikern.

T-Abfl.i.Ruhe- + Bel. EKG	ST-Senkung i. Bel. EKG	ST-Senkung i.Ruhe- + Bel.-EKG
1	1	3
3	12	3
4	13	6
4	10	1
0	3	4
4	13	5
2	5	1
2	8	4
4	13	5
3	10	2
1	3	2
4	13	4
0	1	0
4	12	6
4	13	6
2	10	3
4	13	6
0	0	0
4	13	6

Literaturverzeichnis

1.) Rein, H., Schneider, M.: Einführung in die Physiologie des Menschen Springer Berlin - Göttingen - Heidelberg 1960

2.) Mellerowicz, H.: Ergometrie. Grundriß der medizinischen Leistungsmessung für die Innere Medizin, Arbeitsmedizin, Sportmedizin, Versorgungsmedizin und Versicherungsmedizin. Urban u. Schwarzenberg München - Berlin 1962

3.) Reindell, H.: Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens. Beziehungen zwischen Herzgröße und Leistung von H. Reindell, Kurt König, Helmut Roskamm. Geleitwort von L. Heilmeyer. Stuttgart: Thieme 1967

4.) Musshoff, K., Reindell, H., Klepzig, H., Frisch, P., Emmrich, J., König, K., Stein, H., Baumgarten, B., Moser, F.: Zur Normgröße des gesunden Herzens Fortschr. Röntgenstr. 88, 1958

5.) Kahlstorf, A.: Möglichkeiten und Ergebnisse röntgenologischer Herzvolumenbestimmungen. Klin. Wochenschrift 17, 1938

6.) Musshoff, K., Reindell, H.: Herzmaße. Handbuch der medizinischen Radiologie X/1 Springer Berlin 1969

7.) Klepzig, H., Frisch, P.: Röntgenologische Herzvolumenbestimmung Thieme 1965

8.) Stumpf Pleikart.: Kymographische Röntgendiagnostik zur Beurteilung des Herzens in Beispielen, Stuttgart 1951

9.) Heckmann, K.: Elektrokymographie Springer Berlin 1959

10.) Delius, L., Reindell, H.: Grundsätzliches zur Bewertung des Elektrokardiogramms beim Gesunden und Kranken, Dtsch. Arch. Klin. Med. 181, 1938

11.) Lindner, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure, Basel - Stuttgart 1960

12.) Gerle, W.: Beitrag zur Röntgenologischen Herzvolumenbemessung mit der Volumenformel nach Rohrer und Kahlstorf, Inauguraldissertation München 1972

13.) König, K., Reindell, H., Roskamm, H., Musshoff, K.: Die Herzgröße bei muskulärer Schädigung Radiologie 7, 1967

14.) Zdansky, E.: Röntgendiagnostik des Herzens und der großen Gefäße, Springer Wien 1949

15.) Fuerst, H.W.: Der Herzinfarkt im Elektrokymogramm (Vergleichende Untersuchungen) Inauguraldissertation München 1969

Zum Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Priv. Doz. Dr. H. S c h w a l b für die freundliche Überlassung des Themas, sowie die liebenswürdig gewährte Unterstützung danken.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. J. E b e r l , der mir jederzeit in freundlicher Weise Unterstützung und Beratung gewährte.

L E B E N S L A U F

1942, Sept. 17	geb. in Neutitschein /CSSR Vater: Dr. med. Johann Hlisnikowski Mutter: Margarete, geb. Neumann
1945	Aussiedlung nach Halfing/Obb
1948 - 1953	Volksschule Halfing
1953 - 1962	Oberrealschule Wasserburg/Inn
WS 1962/63 - 1968 SS	Universität Würzburg SS 1963: Vorphysikum SS 1965: Physikum
1968 - 1970	Klinische Semester München
1970, Dez.	Staatsexamen
1971	Medizinalassistentin Rosenheim Städt. Krankenhaus
1972	Facharztweiterbildung: Rheumaklinik Feilnbach/Obb
ab Sept:	Facharztweiterbildung: Chirurgie Kreiskrankenhs.Wasserburg

Seit 1965 bin ich mit Dr. Wolf Bilz, Halfing, verheiratet.

1 Sohn (6)

Hannelore Bilz, geb. Hlisnikowski

München, den